

Influence de l'injection optique dans les processus de synchronisation entre lasers : similarité et bistabilité

Olivier Vaudel & Pascal Besnard

FOTON-ENSSAT

6 rue de Kerampont, BP 80 518, 22305 Lannion Cedex

pascal.besnard@enssat.fr

Suite à la suggestion de PECORA et CARROLL [1] concernant la synchronisation de chaos, de nombreux travaux expérimentaux et théoriques ont été menés dans divers domaines de la physique. En optique, la plupart d'entre eux ont utilisé des lasers à semiconducteurs (même si on peut référencer quelques études utilisant des lasers à gaz ou à fibre). Ces recherches ont permis de réaliser des transmissions optiques sécurisées [2]. En outre, si on trouve quelques exemples utilisant des lasers soumis à une contre-réaction optoélectronique, pour générer du chaos [3], la plupart des expériences ou des analyses théoriques considèrent une contre-réaction optique [4]. Dans tous les cas, le problème de la synchronisation est intimement lié à la dynamique de l'injection optique, qui se résume au couplage unidirectionnel de deux lasers. Nous avons récemment proposé d'étudier la synchronisation plus simplement [5]. Il s'agit en fait de cascader deux injections optiques. Un premier laser dit maître est utilisé pour nourrir en photons la cavité d'un second laser appelé transmetteur. Le signal de ce dernier est injecté dans un troisième laser appelé récepteur. L'intérêt de ce type d'étude est d'apporter une comparaison directe entre l'injection par un signal continu [6] et celle obtenue par un signal chaotique. L'étude théorique s'en trouve grandement simplifiée car il s'agit de systèmes dont la dimension de l'attracteur est faible. Pour tout d'abord valider notre modèle théorique, nous montrons, dans le cas d'un laser injecté par un signal continu, un bon accord entre l'expérience et la théorie par l'intermédiaire de cartographies. Celles-ci représentent les différents comportements dynamiques (mélange d'ondes, chaos, fréquence de relaxation, doublement de période ...) dans le système de paramètres constitué de la puissance injectée et du désaccord (différence de fréquence optique entre le laser dit maître et le laser injecté dit esclave).

Nous montrons que le processus de synchronisation est par essence bistable tout comme l'injection optique. Cette bistabilité est illustrée en dressant des cartographies de synchronisation indiquant le taux de corrélation entre les signaux du laser transmetteur et du laser récepteur, en fonction de la puissance injectée et du désaccord. La robustesse de la synchronisation peut ainsi être évaluée. Enfin nous terminons par numériquement cartographier le phénomène d'anticipation de chaos, obtenu pour des indices de corrélation supérieurs à 90 %.

Références

1. L. M. PECORA AND T. L. CARROLL, Synchronization in Chaotic Systems, *Phys. Rev. Letters*, **81** (16), 3457-3550 (1998).
2. G. VANWIGGEREN AND R. ROY, *Optical Communication with Chaotic Waveforms*, *Phys. Rev. Letters*, **64** (8), 821-824 (1990).
3. J. P. GOEDGEBUER, L. LARGER, H. PORTE, AND F. DELORME, *Chaos in Wavelength with a Feedback Tunable Laser Diode*, *Phys. Rev. E*, **57** (3), 2795-2798 (1998).
4. V. AHLERS, U. PARLITZ, AND W. LAUTERBORN, *Hyperchaotic Dynamics and Synchronization of External-Cavity Semiconductor Lasers*, *Phys. Review E*, **58** (6), 7208-7213 (1990).
5. C. GUIGNARD, S. BLIN AND P. BESNARD, *New Scheme for the Synchronization of Low Dimensional Chaos*, Munich CLEO-EQEC, EC1M (2003).
6. S. BLIN, C. GUIGNARD, P. BESNARD, R. GABET, G. STÉPHAN, AND M. BONDIU, *Phase and Spectral Properties of Optically Injected Semiconductor Lasers*, *Comptes Rendus de la Physique*, **4** (6), 687-699 (2003).